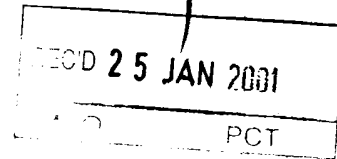


**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

22/3  
196



DE 00/03194

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

*[Handwritten signature]*

**10/088044**

**Aktenzeichen:** 100 44 742.2

**Anmeldetag:** 9. September 2000

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Elektronisch kommutierbarer Motor

**Priorität:** 15.9.1999 DE 199 44 196.0

**IPC:** H 02 P 6/08

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 11. Januar 2001  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

*[Handwritten initials]*



03. Juli 2000 - v/poe

5

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

10

Elektronisch kommutierbarer Motor

Zusammenfassung

15

Die Erfindung betrifft einen elektronisch kommutierbaren Motor, dessen Erregerwicklungen über Halbleiter-Endstufen von einer elektronischen Steuereinheit mittels PWM-Steuersignalen ansteuerbar sind, wobei der Steuereinheit ein Sollwert vorgebbar ist und die Steuereinheit entsprechende PWM-Steuersignale an die Halbleiter-Endstufen abgibt, wobei in der Steuereinheit eine Motorkennlinie abgespeichert ist, aus der für den Sollwert eine zugeordnete Betriebsnenn-  
drehzahl ableitbar ist, und wobei die abgeleitete Betriebsnennndrehzahl mit der Istdrehzahl des Motors vergleichbar ist und beim Überschreiten einer vorgeb-  
baren oder vorgegebenen Drehzahldifferenz zwischen Betriebsnennndrehzahl ist der Istdrehzahl die Steuereinheit und/oder die Halbleiter-Endstufen abschaltbar ist (sind). Die Ableitung der Betriebsnennndrehzahl für den vorgegebenen Sollwert wird durch ein dreidimensionales, durch vier Koordinatenpunkte bestimmtes Kennlinienfeld erleichtert.

20

25

03. Juli 2000 - v/poe

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

Elektronisch kommutierbarer Motor

Stand der Technik

Die Erfindung betrifft einen elektronisch kommutierbaren Motor, dessen Erregerwicklungen über Halbleiter-Endstufen von einer elektronischen Steuereinheit mittels PWM-Steuersignalen ansteuerbar sind, wobei der Steuereinheit ein Sollwert vorgebbbar ist und die Steuereinheit entsprechende PWM-Steuersignale an die Halbleiter-Endstufen abgibt, wobei in der Steuereinheit eine Motorkennlinie abgespeichert ist, aus der für den Sollwert eine zugeordnete Betriebsnenndrehzahl ableitbar ist, und wobei die abgeleitete Betriebsnenndrehzahl mit der Ist-drehzahl des Motors vergleichbar ist und beim Überschreiten einer vorgebbaren oder vorgegebenen Drehzahldifferenz zwischen Betriebsnenndrehzahl ist der Ist-drehzahl die Steuereinheit und/oder die Halbleiter-Endstufen abschaltbar ist (sind).

Ein derartiger Motor ist aus der DE 198 04 874 A1 bekannt. Dabei werden die PWM-Steuersignale durch die Vorgabe des Sollwertes in ihrer Pulsweite festge-

5 legt. Der Vergleich der Betriebsnenndrehzahl, der dem Sollwert zugeordnet ist, mit der Istdrehzahl dient während des Dauerlaufbetriebes der Erfassung von starken Erhöhungen des von außen einwirkenden Sollwertes, um die Pulsweite nur allmählich auf den neuen Wert einzustellen. Da die Motorkennlinie sich in Abhängigkeit der Motorlast und des Sollwertes ändert, erfordert dies einen erheblichen Speicheraufwand in der Steuereinheit, um die zugeordnete Betriebsnenndrehzahl zu ermitteln.

10 Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Motor der eingangs erwähnten Art in der Steuereinheit mit einfachen Daten zu versehen, die mit minimalem Aufwand für eine vorgegebene Last die Ableitung der einem vorgegebenen Sollwert entsprechenden Betriebsnenndrehzahl wesentlich vereinfacht.

15 Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, dass die Motorkennlinie nur als dreidimensionales Kennlinienfeld mit vier Eckpunkten abgespeichert ist, die durch Koordination mit der kleinsten Pulsweite und den Grenzwerten der Versorgungsspannung sowie mit der größten Pulsweite und den Grenzwerten der Versorgungsspannung mit den jeweils zugeordneten Betriebsnenndrehzahlen festgelegt sind und dass in Abhängigkeit von der vorliegenden Versorgungsspannung, dem vorgegebenen Sollwert und den gespeicherten Koordinatenwerte des Kennlinienfeldes die Betriebsnenndrehzahl für den Vergleich mit der Istdrehzahl ableitbar ist.

20  
25 Dabei wird die Tatsache ausgenützt, dass in vielen Fällen der Motor stets mit demselben Verbraucher belastet ist, wie z.B. bei einem Lüfterantrieb. Die vier

5

Koordinatenwerte des Kennlinienfeldes berücksichtigen nicht nur die den vorgebbaren Sollwerten entsprechenden Pulsweiten der PWM-Steuersignale, sondern auch die Schwankungen der Versorgungsspannung und definieren ein Kennlinienfeld, das für die jeweils vorliegende Versorgungsspannung und die Ansteuerbedingungen die eindeutige und einfache Ableitung, d.h. Berechnung der zugeordneten Betriebsnenndrehzahl zulässt, wobei die Verbindungslinien der Eckpunkte des Kennlinienfeldes die Vorgaben für ein Rasterfeld geben und so die Ableitung von Zwischenwerten in den Koordinaten-Richtungen für die Versorgungsspannung (z.B. x-Koordinate) und die Pulsweiten (z.B. z-Richtung) erleichtern und zu der gesuchten Betriebsnenndrehzahl (in y-Richtung) führen.

10

15

Je nach Einsatz des Motors kann nach einer weiteren Ausgestaltung vorgesehen sein, dass die vier Eckpunkte des Kennlinienfeldes bei vorgegebener Motorlast festgelegt sind. Der Motor kann dann auf einfache Weise für unterschiedliche Last, d.h. Verbraucher, ausgelegt werden.

20

Dabei kann nach einer Ausgestaltung vorgesehen sein, dass der Vergleich zwischen der Betriebsnenndrehzahl und der Istdrehzahl während des Motordauerlaufes kontinuierlich oder in zeitlichen Abständen wiederholt durchführbar ist.

sein, wobei der Steuereinheit ein mehr oder weniger großes ~~Speicherfeld~~ mittels Potentiometer man-  
bar ist, das zur Abgabe zugeordneter PWM-Steuersignale  
stufen verwendet wird. Außerdem kann mit diesem  
speicherte Motorkennlinie die zugeordnete Betr-

5 zum Vergleich mit der sich einstellenden Istdrehzahl des Motors herangezogen werden. Die Istdrehzahl des Motors kann auf unterschiedliche, auch bekannte Arten erfasst werden.

10 Dabei ist bevorzugt vorgesehen, dass der Steuereinheit für den Vergleich der Betriebsnenndrehzahl und der Istdrehzahl eine Vergleichseinrichtung zugeordnet ist, die vorzugsweise in die Steuereinheit integriert ist.

15 Damit der Überlastschutz nicht auf kurze Störimpulse der Istdrehzahlmessung reagiert, sieht eine Ausgestaltung vor, dass die Abschaltung der Steuereinheit und/oder der Halbleiter-Endstufen zeitlich verzögert erfolgt.

20 Geht dem Dauerlauf des Motors eine Hochlaufphase voraus, dann kann der Überlastschutz so ausgeführt sein, dass der Vergleich der Betriebsnenndrehzahl und der Istdrehzahl erst nach Ablauf einer Hochlaufphase mit vorgegebener Dauer einleitbar und durchführbar ist, damit es in dieser Betriebsphase zu keiner Fehlabschaltung kommt. Die Hochlaufphase kann durch die Steuereinheit vorgegeben werden, wobei als Parameter die Amplitude der Pulse und die Pulsweite der PWM-Steuersignale als auch deren Kommutierungsfrequenz und dgl. verwendet werden kann. Die Hochlaufphase des Motors ist dabei mit der Einschaltung der Steuereinheit und/oder der Halbleiter-Endstufen und/oder der Vorgabe eines Sollwertes für die Steuereinheit einleitbar.

25

5 Die Erfindung wird anhand eines als in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild der Funktionseinheiten des Motors und

10 Fig. 2 ein in der Steuereinheit abgespeichertes Kennlinienfeld.

Wie das Blockschaltbild nach Fig. 1 zeigt, umfasst die Motoreinheit eine elektronische Steuereinheit STE, der eine Vergleichseinrichtung VE zugeordnet ist. Dieser Steuereinheit STE wird für einen gewünschten Dauerbetrieb ein entsprechend eingestellter Sollwert  $N_{sollv}$  vorgegeben. Damit werden nach einer Hochlaufphase entsprechend bemessene PWM-Steuersignale  $pwm$  an die Halbleiter-Endstufen EST abgegeben, die entsprechend der Pulsweiten dieser PWM-Steuersignale  $pwm$  die Erregerwicklungen des Motors M bestromen. Darauf stellt sich eine Ist-drehzahl  $N_{ist}$  am Motor M ein, die auf bekannte Art erfasst und als Signal einer Vergleichseinrichtung VE zugeführt wird, die in der Steuereinheit STE integriert sein kann. In der Steuereinheit STE ist eine Motorkennlinie abgespeichert, die für jeden Sollwert  $N_{sollv}$  die Ableitung einer Betriebsnenn-drehzahl  $n_x$  erlaubt. Diese Betriebsnenn-drehzahl  $n_x$  wird mehr oder weniger genau bei dem vorgegebenen Sollwert  $N_{sollv}$  erhalten, wenn die Steuereinheit STE, die Halbleiter-Endstufen EST und der Motor M fehlerfrei arbeiten und keine Bedingungen vorliegen, die zu einem Abfall der Ist-drehzahl  $N_{ist}$  führen.

Die Betriebsnenn-drehzahl  $n_x$  wird wie die Ist-drehzahl  $N_{ist}$  der Vergleichseinrichtung VE zugeführt und

5 die Istdrehzahl  $N_{ist}$  mehr als eine vorgegebene oder vorgebbare Drehzahlabweichung  $\Delta N$  unter der erwarteten Betriebsnenndrehzahl  $n_x$ , dann liegt ein Fehler vor, der im Dauerbetrieb zu einer Überlastung führen kann. Daher wird durch die Vergleichseinrichtung VE ein Abschaltesignal AB erzeugt, mit dem die Steuereinheit STE und/oder die Halbleiter-Endstufen EST abgeschaltet werden können, wie die Kontakte ab im Stromkreis der Versorgungsspannung  $U_{batt}$  andeuten.

10 Wird der Sollwert  $N_{sollv}$  verändert, dann verändern sich auch die PWM-Steuersignale pwm und demzufolge die Istdrehzahl  $N_{ist}$  des Motors M. Der Vergleichseinrichtung VE wird eine entsprechend neue Betriebsnenndrehzahl  $n_x$  zugeführt und der Vergleich erfolgt in derselben Weise für den neuen Dauerlauf mit veränderter Drehzahl.

15 Die Abschaltung der Steuereinheit STE und/oder der Halbleiter-Endstufen EST kann auch verzögert eingeleitet werden, um Störspitzen in den abgeleiteten und erfassten Drehzahlwerten zu unterdrücken.

20 Die zulässige Drehzahlabweichung  $\Delta N$  kann auch von der Größe des vorgegebenen Sollwertes  $N_{sollv}$  und der vorliegenden Größe der Versorgungsspannung  $u_x$  abhängig gemacht werden. Der Vergleich durch die Vergleichseinrichtung VE kann während des Dauerlaufes kontinuierlich oder in zeitlichen Abständen wiederholt durchgeführt werden. Außerdem kann der Überlastschutz durch den Vergleich und die Abschaltung erst nach Erreichen der durch den Sollwert vorgegebenen Betriebsnenndrehzahl, d.h. nach Ablauf einer vorgegebenen oder vorgebbaren Hochlaufzeit, wirksam geschaltet werden. Die Hochlaufzeit kann dabei



5 mit der Einschaltung, d.h. dem Anlegen der Versorgungsspannung  $u_x$  der Steuerung STE und/oder der Halbleiter-Endstufen EST und/oder mit dem Anlegen eines vorgegebenen Sollwertes  $N_{\text{sollv}}$  an die Steuereinheit STE gestartet werden.

10 Die von der Steuereinheit STE abgeleitete und errechnete Betriebsnenndrehzahl  $n_x$  ist nicht nur abhängig von der vorliegenden Versorgungsspannung  $u_x$  mit ihren Grenzwerten  $u_1$  und  $u_2$ , sondern auch von den abgespeicherten Drehzahlen  $n_{11}$ ,  $n_{12}$ ,  $n_{21}$ ,  $n_{22}$  der Eckpunkte des Kennlinienfeldes KF, wie die Angabe  $n_x = f(N_{\text{sollv}}, u_1, u_2, n_{11}, n_{12}, n_{21}, n_{22})$  in Fig. andeutet und wie später noch erläutert wird.

15 Wie das dreidimensionale Kennlinienfeld KF nach Fig. 2 zeigt, ist in x-Richtung der Spannungsbereiche von  $U_{\text{max}}$  bis  $U_{\text{min}}$  aufgetragen, während in z-Richtung die Pulsweite von  $\text{pwm}_{\text{min}}$  bis  $\text{pwm}_{\text{max}}$  reicht. Im Ausführungsbeispiel ist  $U_{\text{max}} = 13\text{V}$  und  $U_{\text{min}} = 8\text{V}$  gewählt und die Pulsweite hat einen Bereich von  $\text{pwm}_{\text{min}} = 60\%$  bis  $\text{pwm}_{\text{max}} = 100\%$ . Für die kleinste Versorgungsspannung ergeben sich bei  $\text{pwm}_{\text{min}} = 60\%$  und  $\text{pwm}_{\text{max}} = 100\%$  Betriebsnenndrehzahlen von  $n_{11} = 50\text{ min}^{-1}$  und  $n_{21} = 1800\text{ min}^{-1}$ , während für die größte Versorgungsspannung bei  $\text{pwm}_{\text{min}} = 60\%$  und  $\text{pwm}_{\text{max}} = 100\%$  Betriebsnenndrehzahlen  $n_{12} = 150\text{ min}^{-1}$  und  $n_{22} = 2900\text{ min}^{-1}$  ergeben. Diese Betriebsnenndrehzahlen  $n_{11}$  bis  $n_{22}$

20 definieren die vier Eckpunkte P1 bis P4 im dreidimensionalen Kennlinienfeld KF. Die Verbindungslinien zwischen den Eckpunkten  $n_{11}$  und  $n_{21}$  bzw.  $n_{11}$  und  $n_{12}$  bzw.  $n_{21}$  und  $n_{22}$  bzw.  $n_{12}$  und  $n_{22}$  lassen die Bildung eines Rasterfeldes zu, das für vorliegende Versorgungsspannungen  $U_x$  und einem Sollwert entsprechender Pulsweite  $\text{pwm}_x$  die Ableitung der zugeordneten Betriebsnenndrehzahlen  $n_x$  auf

25

5 der Geraden  $n_{1x} - n_{2x}$  zulässt. So kann bei einer Versorgungsspannung von  $U_x = 10,5V$  und einer Pulsweite von ca. 87 % aus dem Kennlinienfeld KF eine Betriebsnenndrehzahl von ca.  $1800 \text{ min.}^{-1}$  interpoliert werden.

10 Dieses Kennlinienfeld KF gilt für einen bestimmten Motor für eine vorgegebene, gleichbleibende Last. Für eine andere Last kann ein dafür gültiges Kennlinienfeld KF in der Steuereinheit STE abgespeichert werden.

15 Wie das dreidimensionale Kennlinienfeld KF nach Fig. 2 zeigt, ist in x-Richtung die Versorgungsspannung  $u_x$  mit dem Spannungsbereich von der kleinsten Versorgungsspannung  $u_1 = 8V$  bis zur größten Versorgungsspannung  $u_2 = 13V$  aufgetragen. In z-Richtung ist die Pulsweite  $pwm$  der PWM-Steuersignale vorgegeben, die von der minimalen Pulsweite  $pwm_1 = 60 \%$  bis zur maximalen Pulsweite  $pwm_2 = 100 \%$  reichen kann. Bei vorgegebener Last des Motors werden vier Grenz-Betriebsfälle mit  $u_1$  und  $pwm_1$ ,  $u_1$  und  $pwm_2$ ,  $u_2$  und  $pwm_1$  sowie  $u_2$  und  $pwm_2$  ermittelt, die zu den Betriebsnenndrehzahlen  $n_x = n_1, n_{12}, n_{21}$  und  $n_{22}$  führen und damit das Kennlinienfeld KF nach Fig. 2 definieren.

20 Wird der Motor M mit einer anderen Last belastet, dann ergibt sich ein ähnliches Kennlinienfeld KF mit neuen Betriebsnenndrehzahlen  $n_{11}, n_{12}, n_{21}$  und  $n_{22}$ .

25 Für das in Fig. 2 dargestellte Kennlinienfeld KF eines Ausführungsbeispiels ergeben sich folgende Werte:

- 5  $n_{11} = 50 \text{ min}^{-1}$  bei  $u_1 = 8\text{V}$  und  $\text{pwm}_1 = 60 \%$   
 $n_{12} = 150 \text{ min}^{-1}$  bei  $u_2 = 13\text{V}$  und  $\text{pwm}_1 = 60 \%$   
 $n_{21} = 1800 \text{ min}^{-1}$  bei  $u_1 = 8\text{V}$  und  $\text{pwm}_2 = 100 \%$   
 $n_{22} = 2900 \text{ min}^{-1}$  bei  $u_2 = 13\text{V}$  und  $\text{pwm}_2 = 100 \%$ .

- 10 Das Kennlinienfeld KF lässt sich als Rasterfeld darstellen, wobei die Verbindungslinien zwischen den Eckpunkten  $n_{11}$  und  $n_{12}$  bzw.  $n_{21}$  und  $n_{22}$  sowie  $n_{11}$  und  $n_{22}$  bzw.  $n_{12}$  und  $n_{22}$  die Rasterung vorgeben und wie gezeigt ist, für eine vorliegende Versorgungsspannung  $u_x$  die Ableitung der zugeordneten Betriebsnenndrehzahl  $n_x$  bei vorliegendem PWM-Steuersignal  $p_x$  ermöglicht. Das PWM-Steuersignal  $\text{pwm}_x$  ist dem vorgegebenen Sollwert  $N_{\text{sollv}}$  zugeordnet.
- 15

Wie die Rasterlinie  $n_{x1} - n_{x2}$  zeigt, führt bei  $u_x = 10,5\text{V}$  und einer Pulsweite von  $\text{pwm}_x \approx 87,5 \%$  die Ableitung der Betriebsnenndrehzahl  $n_x$  zu einem Wert von etwa  $1800 \text{ min}^{-1}$ .

20

Für die Berechnung der einem Sollwert  $N_{\text{sollv}}$  zugeordneten Betriebsnenndrehzahl  $n_x$  wird wie folgt verfahren:

25

$$\text{stg}1 = \frac{n_{12} - n_{11}}{u_2 - u_1} \quad \text{stg}2 = \frac{n_{22} - n_{21}}{u_2 - u_1}$$

$$n_{1x} = n_{11} + \text{stg}_1 \cdot (u_x - u_1)$$

$$n_{2x} = n_{21} + \text{stg}_2 \cdot (u_x - u_1)$$

$$n_x = n_{1x} + (n_{2x} - n_{1x}) \cdot \left( \frac{\text{pwm}_x - \text{pwm}_1}{\text{pwm}_2 - \text{pwm}_1} \right)$$

5 Darin bedeuten:

stg<sub>1</sub> -

stg<sub>2</sub> -

stgs<sub>3</sub> -

10

$$n_x = n_{1x} + stg_3 * (pwm_x - pwm_1)$$

Da rechnerintern nicht mit der Drehzahl, sondern mit ihrem Kehrwert gearbeitet wird, muss obige Gleichung zur Berechnung des Flächenpunktes  $n_x$  entsprechend umgestellt werden. Mit  $T_x = a/n_x$  folgt:

15

$$\frac{a}{T_x} = n_{1x} + stg_3 * (pwm_x - pwm_1)$$

$$20 \quad T_x = \frac{a * (pwm_1 - pwm_2)}{(((stg_1 - stg_2) * u_x - n_{21} + n_{11} + (stg_2 - stg_1) * u_1) * pwm_x + (pwm_1 * stg_2 - pwm_2 * stg_1) * u_x + pwm_1 * (n_{21} - u_1 * stg_2) + pwm_2 * (stg_1 * u_1$$

25

In voranstehender Formel sind lediglich die Versorgungsspannung  $u_x$  und die Pulsweite der Endstufenansteuerung  $pwm_x$  variabel. Die restlichen Faktoren können als feste Parameter im ROM oder EEPROM abgelegt werden. Nachfolgend nochmals die gleiche Formel mit den im Programmcode verwendeten Variablennamen.

30

$$v_{tx} = \frac{K\_ZAEHL_1}{((K\_NENN_1 * v\_ubat + K\_NENN_2) * v\_pwm\_endst + K\_NENN_3 * v\_ubat + K\_NENN_4)}$$

- 5 Bei der Bandendeprogrammierung sind nun die entsprechenden Parameter vom Prüfstand in das EEPROM der Motorsteuerung zu übertragen.

$$K\_NENN_1 = (sig_1 - sig_2)$$

$$K\_NENN_2 = -n_{21} + n_{11} + (sig_2 - sig_1) * u_1$$

$$K\_NENN_3 = (pwm_1 * sig_2 - pwm_2 * sig_1)$$

$$K\_NENN_4 = pwm_1 * (n_{21} - u_1 * sig_2) + pwm_2 * (sig_1 * u_1 - n_{11})$$

03. Juli 2000 - v/poe

5

ROBERT BOSCH GMBH; 70442 Stuttgart

10

## Ansprüche

15

20

25

1. Elektronisch kommutierbarer Motor, dessen Erregerwicklungen über Halbleiter-Endstufen (EST) von einer elektronischen Steuereinheit (STE) mittels PWM-Steuersignalen ( $PWM_{end}$ ) ansteuerbar sind, wobei der Steuereinheit (STE) ein Sollwert ( $N_{sollv}$ ) vorgebar ist und die Steuereinheit (STE) entsprechende PWM-Steuersignale (PWM) an die Halbleiter-Endstufen (EST) abgibt, wobei in der Steuereinheit (STE) eine Motorkennlinie abgespeichert ist, aus der für den Sollwert ( $N_{sollv}$ ) eine zugeordnete Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) ableitbar ist, und wobei die abgeleitete Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) mit der Istdrehzahl ( $N_{ist}$ ) des Motors (M) vergleichbar ist und beim Überschreiten einer vorgebbaren oder vorgegebenen Drehzahldifferenz ( $\Delta N$ ) zwischen Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) ist der Istdrehzahl ( $N_{ist}$ ) die Steuereinheit (STE) und/oder die Halbleiter-Endstufen (EST) abschaltbar ist (sind),  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Motorkennlinie nur als dreidimensionales Kennlinienfeld (KF) mit vier Eckpunkten abgespeichert ist, die durch Koordination ( $x, y, z$ ) mit der kleinsten Pulsweite ( $pwm_1 = 60\%$ ) und den Grenzwerten ( $u_1$  z.B. 8V,  $u_2$

5

z.B. 13V) der Versorgungsspannung ( $u$ ) sowie mit der größten Pulsweite ( $pwm_2$  z.B. 100 %) und den Grenzwerten ( $u_1$  z.B. 8V,  $u_2$  z.B. 13V) der Versorgungsspannung ( $u$ ) mit den jeweils zugeordneten Betriebsnenn-drehzahlen ( $n_{11}$ ,  $n_{12}$ ,  $n_{21}$ ,  $n_{22}$ ) festgelegt sind und

10



dass in Abhängigkeit von der vorliegenden Versorgungsspannung ( $u_x$ ), dem vorgegebenen Sollwert ( $N_{sollv}$ ) und den gespeicherten Koordinaten-werte des Kennlinienfeldes (KF) die Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) für den Vergleich mit der Istdrehzahl ( $N_{ist}$ ) ableitbar ist.

15

2. Elektronisch kommutierbarer Motor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vier Eckpunkte des Kennlinienfeldes (KF) bei vorgegebener Motorlast festgelegt sind.

20



3. Elektronisch kommutierbarer Motor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Vergleich zwischen der Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) und der Ist-drehzahl ( $N_{ist}$ ) während des Motordauerlaufes kontinuierlich oder in zeit-lichen Abständen wiederholt durchführbar ist.

25

4. Elektronisch kommutierbarer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Sollwert ( $N_{sollv}$ ) mittels Potentiometer manuell vorgebbar ist.

30

5. Elektronisch kommutierbarer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet

5

dass der Steuereinheit (STE) für den Vergleich der Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) und der Istdrehzahl ( $N_{ist}$ ) eine Vergleichseinrichtung (VE) zugeordnet ist, die vorzugsweise in die Steuereinheit (STE) integriert ist.

6. Elektronisch kommutierbarer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Abschaltung (AB) der Steuereinheit (STE) und/oder der Halbleiter-Endstufen (EST) zeitlich verzögert erfolgt.

10



15

7. Elektronisch kommutierbarer Motor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,  
dass der Vergleich der Betriebsnenndrehzahl ( $n_x$ ) und der Istdrehzahl ( $N_{ist}$ ) erst nach Ablauf einer Hochlaufphase mit vorgegebener Dauer einleitbar und durchführbar ist.

20

8. Elektronisch kommutierbarer Motor nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
dass die Hochlaufphase mit der Einschaltung der Steuereinheit (STE) und/oder der Halbleiter-Endstufen (EST) und/oder der Vorgabe eines Sollwertes ( $N_{sollv}$ ) einleitbar ist.





1/2

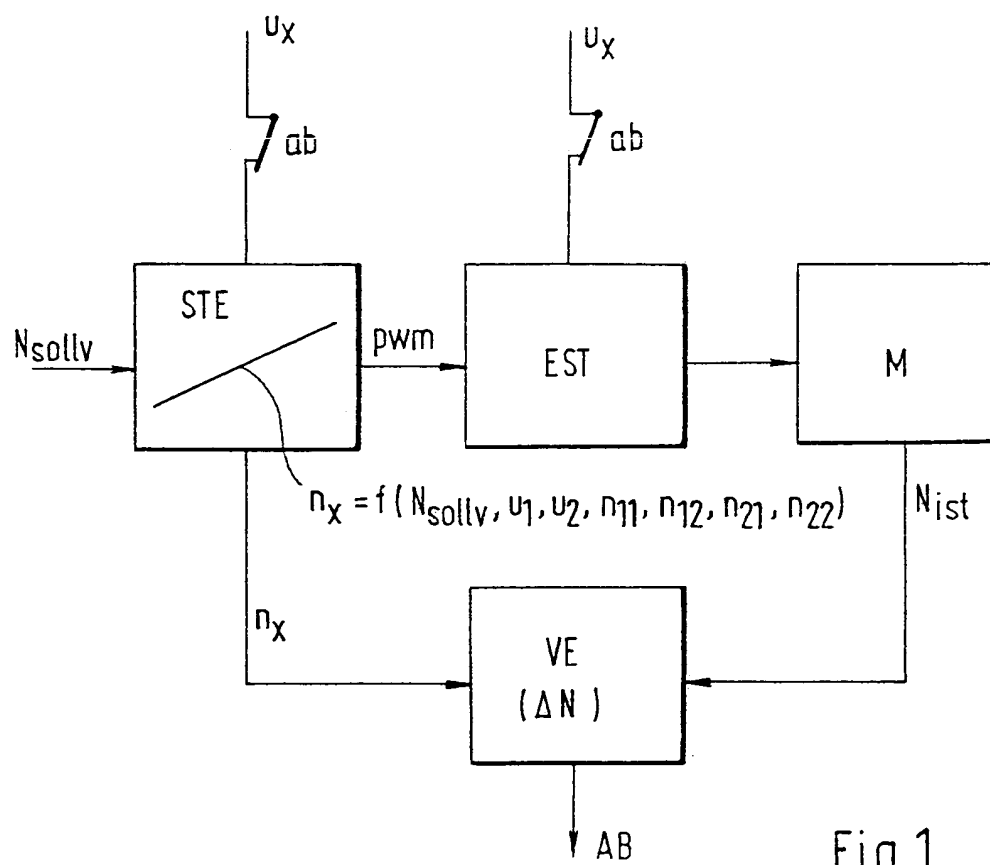


Fig.1

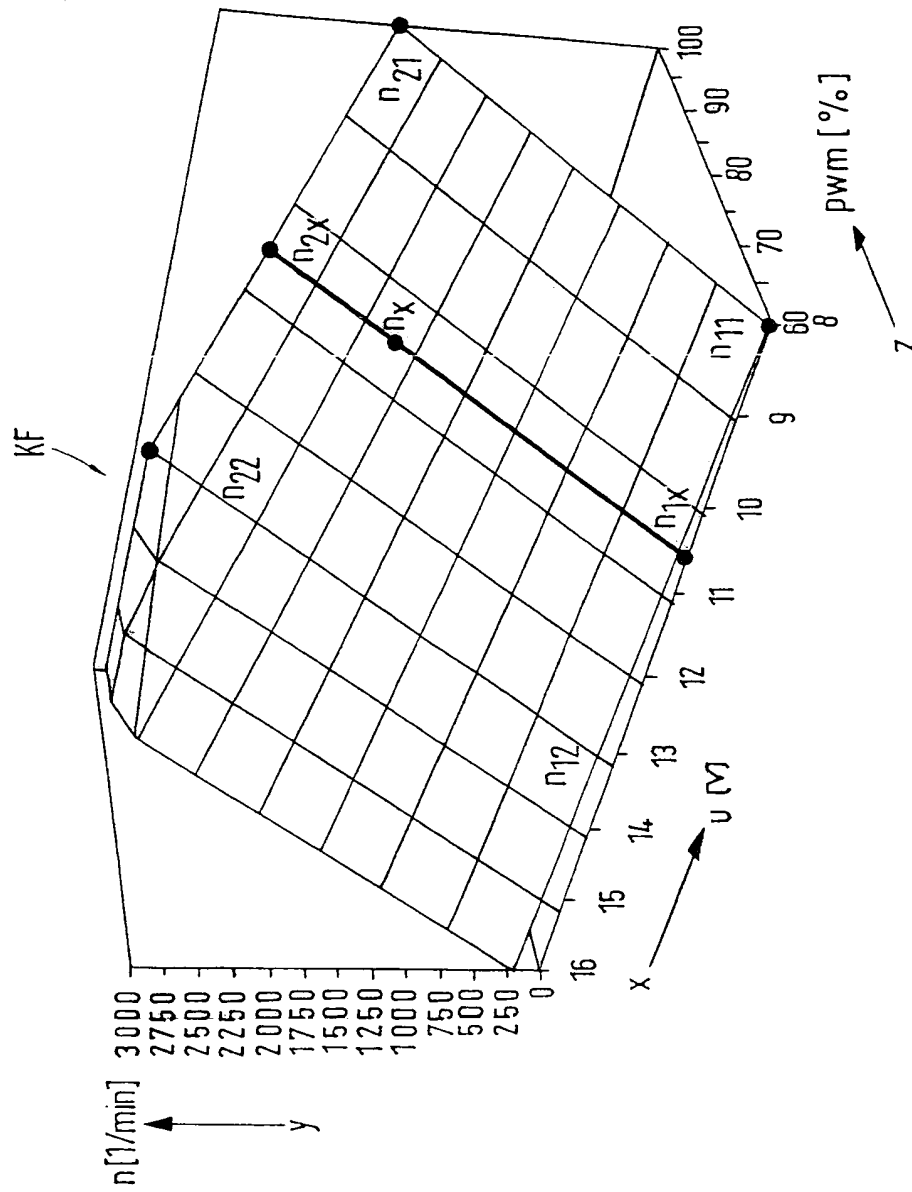


Fig.2